

KIVONAT

ELJÁRÁS TÖBBRÉTEGŰ NYOMTATOTT ÁRAMKÖRI LAP ELŐÁLLÍTÁSÁRA ÉS
KOMPOZIT FÓLIA AZ ELJÁRÁS FOGANATOSÍTÁSÁHOZ

A találmány tárgya eljárás többrétegű nyomtatott áramköri lap előállítására, amely a következő lépéseket tartalmazza:

- a) hordozólapot (20) készítünk;
- b) 10 μm -nél vékonyabb és hordozó fóliára (12) szerelt funkcionális vörösréz fóliát (16) tartalmazó kompozit fóliát (10) készítünk, amelyen a funkcionális vörösréz fóliának (16) a hordozó fólia (12) felé eső homlokoldala és erősítés nélküli, hőre keményedő gyantával borított hátoldala van;
- c) a kompozit fóliát (10) a gyantával bevont hátoldalával a hordozólapra (20) fektetve ráamináljuk;
- d) a funkcionális vörösréz fóliáról (16) a hordozó fóliát (12) eltávolítva a funkcionális vörösréz fólia (16) homlokoldalát szabaddá tesszük;
- e) a funkcionális vörösréz fólián (16) és a gyantán átmenő lyukakat képezve kialakítjuk a mikrofuratokat.

A találmány tárgya továbbá kompozit fóliát többrétegű nyomtatott áramköri lap gyártására szolgáló eljáráshoz történő hasznosításra, amely önhordó hordozó fóliát (12), a hordozó fólia (12) egyik oldalán elválasztó réteget, funkcionális vörösréz fóliát (16) és a funkcionális vörösréz fólia (16) hátoldalát borító, erősítés nélküli hőre keményedő gyantát tartalmaz.

2. ábra

**ELJÁRÁS TÖBBRÉTEGŰ NYOMTATOTT ÁRAMKÖRI LAP ELŐÁLLÍTÁSÁRA ÉS
KOMPOZIT FÓLIA AZ ELJÁRÁS FOGANATOSÍTÁSÁHOZ**

A találmány tárgya eljárás többrétegű nyomtatott áramköri lap előállítására és kompozit fólia az eljárás foganatosításához.

A nagy alkatrész sűrűségű, nagy teljesítőképességű, elektronikus készülékek fejlesztését nagy sűrűségű nyomtatott áramköri lemezek tették lehetővé, amelyeket lépésenkénti felépítésre irányuló technológiával lehet megvalósítani. Az épített többrétegű áramkörök lényegében véve több rétegben és különböző huzalozási sűrűséggel valósítják meg, amely rétegeket szigetelő rétegek választanak el egymástól és kis méretű vakfuratok, vagyis vak mikrofuratok kapcsolnak össze egymással, amelyek átmérője általában kisebb, mint 100 μm .

Manapság a mikrofurátokat lényegében három különböző módszerrel lehet előállítani, amelyek a következők: (1) fényérzékeny szigetelők fotokémiai maratása útján, (2) plazmával történő maratási technológiával és (3) a még ma is viszonylag újnak tekinthető lézeres fúrási módszerrel.

A mikrofuratok előállítására a legígéretesebbnek a lézerrel történő fúrás tekinthető. Mikrofuratok fúrásához jelenleg excimer, Nd-YAG és CO_2 lézereket alkalmaznak. Az excimer lézerek iparban történő alkalmazása nem tekinthető gazdaságosnak. Impulzusonkénti leégetésük mértéke viszonylag kicsi és a biztonsági feltételek kielégítése nagy beruházást igényel, mivel az excimer lézerben alkalmazott gázok igen korrozívak és nagyon mérgezők. Az Nd-YAG lézereket sikeresen alkalmazzák kis és közepes sorozatú, igényes termékek előállításához, amelyben a mikrofuratok átmérője 25 és kb. 75 μm tartományban van. Nagyobb méretű lyukakat gyűrűs fúrással (vagyis több kisebb méretű lyuk fúrása útján) kell előállítani, ami természetesen jelentősen csökkenti a fúrási sebességet. Nagy mennyiségű mikrofurat előállításához az Nd-YAG lézerhez képest egyre jobban elterjed a CO_2 lézerek alkalmazása. Erősítés nélküli polimerben leégetési sebességük jellemzően nagyjából hússzorosa az excimer vagy Nd-YAG lézerek leégetési sebességének.

A CO_2 lézerek ugyan jól alkalmazhatók polimer leégetésé-



hez, azonban nem alkalmasak vörösréz eltávolításhoz. Emiatt járulékosan megfelelő alakú maszkot kell készíteni, mielőtt még a CO₂ lézer alkalmazásával kialakítanák a szigetelőrétegben a lyukat. Ezen járulékos lépés során a vörösréz rétegben nyílásokat maratnak azokon a helyeken, ahol a későbbiekben a szigetelőanyagot el kell távolítani. Ez az eljárás lehetővé teszi vak mikrofuratok előállításához CO₂ lézer alkalmazását, azonban a gyártást lelassítja a megfelelő alakú maszk kialakítására szolgáló lépés megvalósítása, és a gyakorlatban ezen maszk kialakítása során a vörösréz réteg meg is sérülhet.

A megfelelő alakú maszk kialakítását alkalmazó módszer fenti és más hiányosságainak elkerülésére kétféle lézert tartalmazó eszköz alkalmazását javasolták a lyukak fúrásához. Egy ilyen dupla lézeres eszköz egymással kombinálva CO₂ lézert és szilárd test infravörös lézert tartalmaz. Először a szilárd test lézerrel nyílást készítenek a vörösréz fóliában. Ezt követően a CO₂ lézer alkalmazásával távolítják el a gyantaréteget. Egy ilyen kettős lézer lehetővé teszi vörösrézzel fedett épített szerkezetekben a mikrofuratok fúrását, azonban a beruházási költség nagyobb, mint egy egyszerű CO₂ lézer esetében és a vörösréz réteg fúrásának lassúsága miatt a gyártási sebesség is lecsökken.

Megoldás született továbbá arra, hogyan lehet a megfelelő alakú maszk készítését "félmaratás" alkalmazásával helyettesíteni. A hordozó lapra először 18 μ m körüli vastagságú gyantával bevont vörösréz fóliát laminálnak olyan helyzetben, hogy a vörösréz fólia felül legyen. Laminálás után a 18 μ m vastag vörösréz fóliát teljes felületén maratva vastagságát kb. 5 μ m értékre csökkentik. A következő lépésben a vörösréz réteget megfelelő kezeléssel fekete oxiddal vonják be és ezáltal lézeres fúrásra alkalmas felületet képeznek. Ezután CO₂ lézer alkalmazásával fúrják ki a mikrofuratot közvetlenül az 5 μ m vastag vörösréz rétegben és az alatta levő gyantarétegben. A "félmaratás" lépés természetesen kevésbé bonyolult, mint a megfelelő alakú maszk kialakítása, mindazonáltal a gyártási eljárást a félmaratás lépése is lelassítja, és a vörösréz felület a félmaratás végrehajtása során megsérülhet. Ezenkívül továbbá a "félmaratás" segítségével kezelt vörösréz fólia CO₂ lézerrel történő fúrásamég nem produkál kielégítő



eredményeket. A gyenge eredmény annak a következménye, hogy például egy 600 mm x 500 mm méretű nyomtatott áramköri lap teljes felületének maratása nem egyenletes és nem is hajtható végre precízen. A legújabb marató anyagok és maratógépek tűréshatára is $\pm 2 \mu\text{m}$. Emiatt az $5 \mu\text{m}$ névleges vastagságra lemaratott vörösréz fólia vastagsága 3 és $7 \mu\text{m}$ között változhat. A mikrofuratok készítése során a lézer energiáját az $5 \mu\text{m}$ névleges vastagságú vörösréz réteghez állítják be. Ha a beesési pontnál a vörösréz réteg vastagsága csak $3 \mu\text{m}$, akkor a lézer beállított energiája túl nagy az elpárologtatandó vörösréz mennyiséghez képest. Ennek eredményeként a szétfreccsenő vörösréz a lyuk határára csapódik és a szigetelőanyagban készített nyílás alakja általában hibás. Ha azonban a beesési pontnál a vörösréz réteg vastagsága $7 \mu\text{m}$, akkor a szükségeshez képest a lézer beállított energiája túl kicsi, aminek eredményeként a szigetelőanyagban keletkező lyuk átmérője túl kicsi vagy akár nem is ér át az alatta levő vörösréz réteghez. A félmaratás révén elérhető eredmények elégtelensége miatt a CO_2 lézert alkalmazó fúrást továbbra is kizárólag nem vörösrézzel borított építőanyagokkal együtt vagy megfelelő alakú maszkkal történő maratással együtt alkalmazzák.

Az US 3,998,601 kompozit fóliát és gyártására irányuló eljárást ismertetünk. A kompozit fólia elektrolízissel kialakított vörösréz hordozóréteget és egy második, elektrolizált vörösréz réteget tartalmaz, amely utóbbi réteg vastagsága miatt nem önhordozó. A vörösréz hordozóréteg és a második vörösréz réteg között vékony rétegben választóanyagból, előnyösen krómból készített vékony réteg van. A második vörösréz réteg vastagsága nem nagyobb, mint $12 \mu\text{m}$. Laminált lemez készíthető oly módon, hogy ezt a kompozit fóliát epoxigyantával impregnált üvegszállra helyezik oly módon, hogy a különösen vékony vörösréz felület érintkezésben legyen az üvegszállal erősített epoxi hordozóval, majd ezt az összeállítást hagyományos laminálási eljárásnak vetik alá. A laminált lemez lehűtése után a választóanyaggal bevont vörösréz hordozót lehántják és ily módon egy vékony vörösréz borítással ellátott laminált lemezt kapnak, amely alkalmas maratásra stb. nyomtatott áramköri elemek gyártása során.

A JP10 190236 dokumentum eljárást ismertet több rétegű

csatlakoztatott lap gyártására. Ezen eljárás első lépése értelmében egy megfelelő huzalozási mintával kiképzett áramköri lapra fémfóliát és szigetelőréteget helyeznek el, és egymásra helyezés után laminálják. A következő lépés során a lézerrel megmunkálendő vezetőréteg egyik pontján megfelelő eljárással megnövelik a lézernyaláb elnyelésének mértékét. A következő lépés során az ily módon kezelt pontra lézernyalábot bocsátanak, ahol a fémfólia és a szigetelőréteg megolvad és szublimál, és ezáltal lyuk képződik rajta. A végső lépésben nem elektrolitikus módon réteget hordanak fel és ezáltal elektromos csatlakozást hoznak létre a vezetők között a kialakított lyukon át.

A rézzel borított üvegszálaz epoxi gyanta réteg lézerrel, különösen CO₂ lézerrel történő fúrásának lehetőségeit ismerteti A. Kestenbaum et al.: Üvegszálaz epoxi gyanta anyagú nyomtatott áramköri lapok mikrolyukasztása lézeres fúrással című cikke (IEEE Transactions on components, hybrids and manufacturing technology, 13. kötet, 1990. december, 4.sz. 1055-1062 old.). Az egyik ismertetett kísérlet során 4,4 µm vastagságú, mindkét oldalon borított, üvegszállal erősített, 0,254 mm vastag lemezben CO₂ lézert használtak fel átmenő lyuk fúrásához. Egy másik kísérlet során 4,4 µm vastagságú vörösréz réteggel borított, 0,254 mm vastag üvegszálaz epoxi gyanta lemezbe CO₂ lézer alkalmazásával vakfuratot készítettek.

A DE-A-3103986 eljárást ismertet nyomtatott áramköri lemez átfémmezésére szolgáló fúrt lyukak előállítására, amely nyomtatott áramköri lap hordozóanyaga szén alapú. Az átmenő lyukak fúrására CO₂ lézert alkalmaztak. A nyomtatott áramköri lap tetején levő fémréteg a sugárzási specifikus fogadóanyaggal vonható be a lézernyaláb elnyelésének javítása érdekében. Amennyiben a fémréteg vörösrézből van kialakítva, akkor ez a fogadóanyag réz-II-oxidból készíthető.

Következésképpen nagy szükség van többretegű nyomtatott áramköri lapok készítésére szolgáló egyszerű és hatékony módszerre, amely lehetővé teszi igen jó minőségű mikrofuratok lézerrel történő gyors fúrását. A találmány értelmében a kitűzött célt az 1. igénypont szerinti eljárással érjük el.

A találmánnyal további célunk olyan kompozit fólia kia-

lakítása, amely lehetővé teszi igen jó minőségű mikrofuratok lézerrel történő gyors fúrását, ha többrétegű nyomtatott áramköri lapok készítéséhez használjuk. A találmány értelmében ezt a célt a 14. igénypont szerinti kompozit fólia létrehozásával értük el.

A találmány szerinti eljárás értelmében a többrétegű nyomtatott áramköri lap előállítására szolgáló gyártási eljárás a következő lépéseket tartalmazza:

- a) hordozólapot készítünk;
- b) 10 μm -nél vékonyabb és hordozó fóliára szerelt funkcionális vörösréz fóliát tartalmazó kompozit fóliát készítünk, amelyen a vörösréz fóliának a hordozó fólia felé eső homlokoldala és erősítés nélküli, hőre keményedő gyantával borított hátoldala van;
- c) a kompozit fóliát a gyantával bevont hátoldalával a hordozólapra fektetve ráamináljuk,
- d) a funkcionális vörösréz fóliáról a hordozó fóliát eltávolítva a funkcionális vörösréz fólia homlokoldalát szabaddá tesszük;
- e) a funkcionális vörösréz fólián és a gyantán átmenő lyukakat képezve kialakítjuk a mikrofuratokat.

A találmány értelmében igen fontos szempont, hogy a kompozit fóliában levő funkcionális vörösréz fólia vastagsága kisebb, mint 10 μm , előnyösen nagyjából 5 μm , és ezáltal CO_2 lézerforrás alkalmazásával a szabadon álló homlokoldal felől közvetlenül mikrofuratok készíthetők az igen vékony funkcionális vörösréz fólián és az alatta fekvő szigetelőrétegen át. Következésképpen nincs szükség "félmarás" vagy megfelelő alakú maszk készítési lépésre és ezáltal a többrétegű nyomtatott áramköri lap gyártási folyamata egyszerűbbé válik. Az eljárás egyszerűsége nagy sebességű feldolgozást és nagy termelékenységet eredményez, amihez technológiai berendezésre, következőképpen kevesebb beruházásra van szükség. Más szóval kifejezve a gyártási folyamat hatékonyabbá válik. Ugyancsak csökken az elhasznált vegyi maratósi anyagok mennyisége. A környezet védelme szempontjából természetesen ez is egy fontos tulajdonság. A minőség ellenőrzésére tekintettel megjegyezzük, hogy a vékony funkcionális rézfóliának pontos a vastagsága, szabályozott és egyenletes a felület profilja és sima-



sága/durvasága, és ezáltal a CO₂ lézernyaláb mindenütt hasonló és ismételhető feltételek mellett végzi a fúrást. Ebből az következik, hogy a lézer energiáját megfelelően beállítva igen pontos mikrofuratok fúrhatók bárhol a nyomtatott áramköri lapon, tehát a mikrofuratoknak jól meghatározott alakja, átmérője és magassága van anélkül, hogy a réz felületére a megolvadó réz ráfröccsenjen. Belátható továbbá, hogy a hordozó fólia elegendő merevséget nyújt a funkcionális és gyantával bevont vörösréz fólia számára. Ezenfelül a funkcionális vörösréz fóliát közrefogja a hordozó és a gyantabevonat, és védi részecskékkel, vegyi anyagokkal vagy légköri behatásokkal szemben, amelyek különben károsíthatnák a felület épségét és megváltoztathatnák a jövőben kialakított áramkör mintázatát. Az önhordó tulajdonságú hordozó fóliának köszönhetően nem csupán az igen vékony funkcionális vörösréz fólia, hanem az igen törékeny gyantabevonat is védelmet kap szakítással, repedéssel és gyűrődéssel szemben. A laminálás során a hordozó hatékony védelmet nyújt porral és részecskékkel (mint például gyantarészecskékkel) szemben az igen vékony funkcionális vörösréz fólia számára, amelynek felülete különben megkarcolódhat vagy sérülhet és ezen helyeken a gyanta átszivároghatna. A hordozó eltávolítása után a funkcionális vörösréz réteg tiszta marad és nem keletkeznek rajta sérülések, például mélyedések, szakadások, repedések vagy gyűrődések.

A funkcionális rézfóliát előnyösen elektrolízissel állítjuk elő. A funkcionális rézfólia homlokoldalának felületét előnyösen előkészítjük, ami elősegíti a CO₂ lézer sugárzásának elnyelését. Az ilyen felület előkészítése során például a homlokoldalon meghatározott felületi profilt és durvaságot és/vagy szint alakítunk ki, amely elősegíti a CO₂ lézer sugárának elnyelését. Ez az előkészítés történhet a kompozit vörösréz fólia gyártása során és ezáltal a funkcionális vörösréz fólia a hordozó eltávolítása után készen áll a lézerrel történő fúrásra. A funkcionális vörösréz fólia homlokoldala a lézerrel történő fúrás előtt bevonható fekete oxid átalakító bevonattal, és ezáltal javítja a CO₂ lézer sugárának elnyelését.

Meg kívánjuk jegyezni, hogy a kompozit fóliában a hordozó fólia és a funkcionális vörösréz fólia között elválasztó

anyagból készített réteg van. Egy ilyen elválasztó réteg egyszerűen lehetővé teszi a hordozó fólia leválasztását, és hasonlít például egy vékony króm alakú elválasztó réteghez. Ebben az esetben a hordozó eltávolítása általában abból áll, hogy a hordozó fóliát és az elválasztó réteget egyidejűleg mechanikusan lefejtjük, vagyis az elválasztó réteg a hordozó fóliához tapad. Mindazonáltal egy másféle elválasztó réteg a vörösréz funkcionális fólián maradhat ahelyett, hogy lefejtéskor a hordozó fólián maradna, és meghatározott színű felülettel rendelkezhet, ami megkönnyíti a CO_2 lézer sugarának elnyelését. Az ilyen fajtájú elválasztó rétegnek kettős funkciója van, és kiképezhető sötét színű vezetőképes anyagú réteggé, amely lehetővé teszi a vörösréz elektrolizálása útján rajta a funkcionális vörösréz fólia kialakítását, és amelynek a funkcionális vörösréz fóliához erős a tapadása, továbbá színe javítja a CO_2 lézer infravörös sugarának elnyelését.

A kompozit fólia első kiviteli alakja esetében a gyanta B-állapotú gyanta. Ennek köszönhetően hozzá tud alakulni a hordozó lapon levő alatta fekvő áramkörökhöz, és a polimerizáció a laminálás közben fejeződik be.

Egy második kiviteli alak esetében a hátoldalon levő gyantabevonat C-állapotú gyantaréteg, amelyet a funkcionális vörösréz fólia hátoldalára hordunk fel, továbbá egy B-állapotú gyantaréteget is tartalmaz, amelyet a C-állapotú gyantarétegre hordunk fel. A szigetelőréteg ennél fogva vastagabb, de ennek ellenére hozzá tud alakulni az alatta fekvő áramköri réteghez.

A találmány értelmében továbbá kompozit fóliát hoztunk létre a többrétegű nyomtatott áramköri lap gyártására szolgáló eljáráshoz történő hasznosításra, amely kompozit fólia ön-hordó hordozó fóliát - előnyösen 18-150 μm vastagságú vörösréz fóliát -, a hordozó fólia egyik oldalán elválasztó réteget, előnyösen 10 μm -nél kisebb vastagságú, még előnyösebben kb. 5 μm vastagságú funkcionális vörösréz fóliát tartalmaz, és a funkcionális fólia az elválasztó rétegre van felhordva, és az elválasztó réteg felé néző homlokoldala és hátoldala van, továbbá a kompozit fólia a funkcionális vörösréz fólia hátoldalát borító erősítés nélküli hőre keményedő gyantát

tartalmaz.

A funkcionális vörösréz fólia homlokoldala előnyösen a CO_2 lézer sugarának elnyelését elősegítő felületi kikészítéssel van kiképezve. Az ilyen felületi kikészítés megvalósítható sötét színű vezetőképes anyagnak az elválasztó réteg és a funkcionális vörösréz fólia közötti kialakításában. A találmány szerinti kompozit vörösréz fólia első kiviteli alakja esetében a sötétre színezett vezetőképes anyagból képzett réteg tartalmazhat kormot és/vagy grafitot. Egy második kiviteli alak esetében a sötét színű vezetőképes anyag sötétre színezett elektromosan vezetőképes polimer réteget tartalmazhat.

Meg kívánjuk jegyezni, hogy maga az elválasztó réteg is lehet sötét színű vezetőképes anyagból készített réteg, és ezáltal kettős funkciót kielégítve egyszerre képez elválasztó réteget és a CO_2 lézer sugarának elnyelését javító felületi kikészítést. A kompozit fólia ebben az esetben hordozó fóliát, ilyen kettős funkciójú elválasztó réteget, funkcionális vörösréz fóliát és gyanta bevonatot tartalmaz. Nyilvánvaló, hogy egy ilyen elválasztó rétegnek a hagyományos elválasztó réteggel, például króm elválasztó réteggel szemben a hordozó fólia eltávolítása során a funkcionális vörösréz fólia homlokoldalához kell tapadnia.

A funkcionális vörösréz fólia hátoldalán előnyösen kötőréteg van, amely javítja a gyantabevonat tapadási szilárdságát. A funkcionális vörösréz fólia ezenfelül passziváló réteggel is bevonható, mégpedig előnyösen a kötőréteg és a gyantabevonat között, annak érdekében, hogy kellő stabilitást adjon a hátoldalnak.

A találmányt a továbbiakban a mellékelt rajzon bemutatott példakénti kiviteli alak kapcsán ismertetjük részletebben. A rajzon:

az 1. ábra többrétegű nyomtatott áramkörü lap gyártásához használt találmány szerinti kompozit fólia keresztmetszetének pásztázó elektromikroszkóppal felvett képe,

a 2. ábra többrétegű nyomtatott áramkörü lap gyártására szolgáló találmány szerinti eljárás lépéseit szemléltető vázlat.

A találmány szerinti eljárás során 10 kompozit fóliát,

nevezetesen gyantával bevont és hordozóra szerelt vörösréz fóliát használunk egy többretegű nyomtatott áramköri lap építéséhez. Az 1. ábra egy ilyen kompozit fólia metszetéről pásztázó elektronmikroszkóppal készített felvételt szemléltet, amely kompozit fóliát hordozólapra laminálunk. Ez a 10 kompozit fólia négy különböző réteget tartalmaz: 12 hordozó fóliát, 14 elválasztóréteget, 16 funkcionális vörösréz fóliát és 18 gyantabevonatot. Egy ilyen 10 kompozit fólia két egymást követő gyártási művelet eredményeként adódik.

Az első művelet hasonló az US 3,998,601 dokumentumban ismertetett eljáráshoz. Először 70 μm vastagságú 12 hordozó fóliát készítünk savas elektrolitból folyamatos elektrolízis segítségével, amelynek során a 12 hordozó fóliát precízen megmunkált felületű forgó titándob felületére visszük fel. A dob felületének rajzolata határozza meg és szabályozza a felhordott induló vörösréztérteget. A másik oldal, vagyis a matt oldal rajzolatát a réz tartalmú elektrolit adalékanyagai határozzák meg. Egy további lépésben a 12 hordozó fólia egyik felületére 14 elválasztó réteget hordunk fel, amelynek segítségével a tapadási tulajdonságok jól szabályozhatók és a tapadás viszonylag csekély. A 14 elválasztó réteg vastagsága nagyon kicsi, tipikusan kisebb mint 1 μm . A 14 elválasztó rétegben elektrolízis segítségével előnyösen 5 μm vastagságú 16 funkcionális vörösréz réteget hordunk fel. A 16 funkcionális vörösréz fóliának a 12 hordozó fólia felé néző és a továbbiakban homlokoldalnak nevezett oldala következésképpen a 14 elválasztó réteggel borított 12 hordozó fólia felületének tükröképe. Ebből az következik, hogy a 14 elválasztó réteggel borított 12 hordozó fólia felületi szerkezetének befolyásolása útján lehetővé válik meghatározott felületi alakzat és durvaság kialakítása a 16 funkcionális vörösréz fólia homlokoldalán. A 16 funkcionális vörösréz fólia másik, a továbbiakban hátoldalnak nevezett oldal a matt oldal. Ezt a hátoldalt egymás után több vegyi és elektrokémiai kezelésnek vetjük alá, amely meghatároz egyes működési jellemzőket, például a gyantabevonathoz képesti tapadási vagy kötési szilárdságot és a korrózióval szembeni ellenállóképességet. Ezáltal a 16 funkcionális vörösréz réteg hátoldalán vörösréz csomók elektrolízissel történő felhordása útján nyert kötőréteget képe-

zünk. A kötőrétegre ezután passziváló réteget hordunk fel. Meg kívánjuk jegyezni, hogy a passziváló réteg kialakítható a 12 hordozó fólia szabadon álló, vagyis a 14 elválasztó réteget nem hordozó oldalán is kialakítható, annak érdekében, hogy el lehessen kerülni a nyomtatott áramköri lap gyártása során például présben keletkező "kék oxid keret" kialakulását.

A következő művelet során a 12, 14, 16 kompozit vörösréz fóliát bevonógéppel kezeljük és a 16 funkcionális vörösréz fólia már kötőréteggel és passziváló réteggel (az ábrákon nincs feltüntetve) hátoldalát erősítés nélküli, hőre keményedő, előnyösen félig polimerizált (B-állapotú vagy félig kikeményített) gyantával vonjuk be. Igen kényelmes B-állapotú gyanta alkalmazása, ha a 10 kompozit fóliát tartólapra lamináljuk. Mivel a gyanta csak félig van polimerizálva, ezért hozzá tud alakulni a tartólap külső rétegében levő áramkörök rajzolatához. Így felhelyezve a B-állapotú gyanta polimerizációja befejezhető a laminálási művelet során (aminek eredményeként C-állapotú gyanta képződik), mivel a laminálás például hidraulikus présben vagy autoklávban történik fűtési és hűtési szakaszok alkalmazásával.

A gyantából képzett 18 bevonat két egymásra helyezett réteget is tartalmazhat. A 16 funkcionális vörösréz fóliára első vékony (25-45 μm) C-állapotú gyantát, majd erre félig kikeményedett gyantából második réteget hordunk fel. Ezen módszerrel vastag gyantabevonat képezhető, amit sokkal könnyebb és biztonságosabb felhordani, mint egy ugyanilyen vastagságú B-állapotú gyantából képzett egyetlen réteget. Természetesen kettőnél több réteg gyanta is felhordható a kívánt vastagság elérése érdekében. A 2. ábra többretegű nyomtatott áramköri lapnak a találmány szerinti eljárás alkalmazásával történő előnyös gyártási folyamatát szemlélteti. Az eljárás A1 lépésben kezdődik egy készre munkált 20 hordozó lap előállításával. A 2. ábrán bemutatott 20 hordozólap például egyik oldalán vörösrézzel borított gyanta kötőanyaggal előre impregnált 19 vázanyag, amelynek vörösréz borításába megfelelő mintázat szerint 21 vezetőpályák vannak maratással kiképezve. A 21 vezetőpályák felületét előnyösen oxidálással vagy durvítással kezelve megnöveljük a kötési szilárdságot a későbbiek-

ben ráfektetett szigetelőanyag felé.

Az A2 lépésben a korábban ismertetett módon előállított 10 kompozit fóliát a 20 hordozólap egyik oldalára ráamináljuk oly módon, hogy a 10 kompozit fólia 18 gyantabevonata néz a 20 hordozólap 21 vezetőpályái felé. Ezt a laminálást hidraulikus présben végezzük, miközben előnyösen többször egymás után hűtési és hevítési ciklusokat hajtunk végre. A laminálás során a B-állapotú hőre keményedő gyanta polimerizációja befejeződik. Meg kívánjuk jegyezni, hogy a szigetelő vastagsága növelhető, ha a 20 hordozólap és a 10 kompozit fólia közé még a laminálás előtt egy szigetelőlapot helyezünk.

A laminálás befejezése és a 18 gyanta teljes polimerizációja után hajtjuk végre az A3 lépést, amelynek során a 12 hordozó fóliát és a 14 elválasztó réteget mechanikusan lehántjuk. A 70 μm vastagságú vörösréz 12 hordozó fóliához továbbra is hozzákötődik az igen vékony 14 elválasztó réteg, ami a 20 hordozólap tetején levő 16 funkcionális vörösréz réteget atomosan tisztán, egyenletesen és hibamentesen megőrzi.

Ezután az A4 lépésben a 16 funkcionális vörösréz fóliát előnyösen felületi kezelésnek vetjük alá annak érdekében, hogy homlokoldalát előkészítsük CO_2 lézerrel történő közvetlen fúráshoz. Ez a felületi kezelés történhet fekete oxidból álló 22 átalakító benyomatnak a 16 funkcionális vörösréz fóliára történő felrakásával. A fekete oxidból álló 22 átalakító réteg a CO_2 lézerrel történő fúrást lényegesen hatékonyabbá teszi, mivel csökkenti a bevonat nélküli vörösréz felületéhez képest a lézer sugarának visszaverődését. Természetesen a fekete oxidból álló 22 átalakító bevonat helyettesíthető bármilyen más, lézeres fúráshoz alkalmas oxidból, például barna oxidból álló 22 átalakító bevonattal.

A soron következő A5 lépésben a 16 funkcionális vörösréz fóliában és a 18 gyantarétegben elvégezzük a fúrást, amelynek során 24 vakfuratot készítünk úgy, hogy azok elérjék az alatta fekvő vörösréz vezetőpályákat annak érdekében, hogy a későbbiekben egymáshoz lehessen kapcsolni a 16 funkcionális vörösréz fóliát, és a 20 hordozólapon kialakított 21 vezetőpályákat. Belátható, hogy a CO_2 lézerforrással egy lépésben a 16 funkcionális vörösréz fólián és a 18 gyantabevonaton át a 24 mikrofuratot közvetlenül fúrjuk. A CO_2 lézerforrás su-

gárázása az infravörös tartományba esik, és hullámhosszúsága 9,4 és 10,6 μm között van. Az ilyen hullámhosszú infravörös sugárzás nem igazán alkalmas vörösréz leolvasztására, azonban - kis vastagságának és a jellegzetes felületi kezelésnek köszönhetően - a 16 funkcionális vörösréz fólia mindazonáltal minden nehézség nélkül átlukasztható CO_2 lézer nyalábjával. Az igen vékony 16 funkcionális vörösréz fólia eltávolítása után fejti ki a CO_2 lézernyaláb előnyös tulajdonságait. Ekkor a lézernyaláb energiájának több mint 90%-át elnyeli az alatta fekvő szigetelőanyag, mégpedig a hullámhossz többszörösének megfelelő mélységig. Ennek eredményeként a lézerimpulzusonkénti átégetés mértéke igen nagy és ez nagy fúrási sebességet eredményez. Meg kell jegyezni továbbá, hogy a CO_2 lézer sugárával történő anyagleégetés fototermikus folyamat. A lézer sugárzását az eltávolítandó anyag elnyeli, majd elpárolog és az ebből származó túlnyomás kihajtja a kölcsönhatás tartományából. Ha az alatta elhelyezkedő fedetlenül maradó pályába ütközik a lézersugár, akkor innen majdnem teljes egészében visszaverődik, és ezáltal az anyag eltávolítása önműködően leáll.

Ezután az A6 lépésben a többrétegű nyomtatott áramköri lapba mechanikus úton 26 átmenő lyukakat fúrunk. Ezen műveletet azonban a későbbi magyarázatnak megfelelően csak szükség esetén kell elvégezni.

Az A7 lépés négy allépést foglal magába:

- a nyomtatott áramköri lapot először nagynyomású vízzel megtisztítjuk,

- a többrétegű nyomtatott áramköri lapról a fekete oxidból álló átalakító réteget teljesen eltávolítjuk és tisztítási műveletet hajtunk végre, amelynek révén a CO_2 lézeres anyageltávolítás maradványait teljesen eltávolítjuk,

- először a mikrofuratokba, az átmenő lyukakba és a teljes többrétegű nyomtatott áramköri lapra elektrolízis nélküli eljárással vörösrezt csapatunk rá,

- végül galvanikus úton, vagyis vörösréz elektrolízisével megerősítjük a réteget, előnyösen addig, amíg a külső 16' vörösréz réteg például nagyjából 18 μm vastagságot ér el.

A következő A8 lépésben az előnyösen 18 μm körüli vastagságú külső 16' vörösréz réteget maratva 28 vezetőpályákat



képezünk ki a külső felületen. A vezetőpályák maratása történhet az A7 lépésben is az elektrolízis nélküli bevonatolás és galvanizálással történő ellenére is, és ilyenkor az eljárás az A7 lépéssel együtt befejeződik.

Meg kívánjuk jegyezni, hogy az A4 lépés (vagyis a fekete oxidból álló átalakító bevonat felhordása) elhagyható a 2. ábrán szemléltetett eljárásból, amennyiben olyan kompozit fóliát használunk, amelynél a 16 funkcionális vörösréz fólia homlokoldala már gyártás során elő van készítve a lézerrel történő fúráshoz. A valóságban ez a homlokoldal tipikusan egy fényes felület, amely a CO_2 lézer sugárzását visszaveri, és ez a visszaverés kerülhető el fekete oxid átalakító réteg segítségével, amelynek köszönhetően a CO_2 lézer nyalábja felhevíti a vörösréz felületet és lehetővé teszi az anyag eltávolítását. A CO_2 lézernyaláb visszaverődésének elkerülése más úton is megvalósítható, mikoris 10 kompozit fólia gyártása során vissza nem verő tulajdonságú homlokoldalt alakítunk ki. A homlokoldalra jellemző annak színe és mattsága. Erre tekintettel a homlokoldal tulajdonságait úgy kell kialakítani, hogy a felület alakja és durvasága elősegítse a CO_2 lézer sugárzásának elnyelését. A homlokoldal olyan felületi kezelésnek vetendő alá, amelynek révén olyan színt nyer, amely elősegíti a CO_2 lézer sugárzásának elnyelését.

A gyártás során alkalmazandó ilyen felületi előkészítés során például vékony rétegben sötét színű elektromosan vezetőképes anyagot hordunk fel az elválasztó rétegre, mielőtt még elektrolízissel felhordanánk a 16 funkcionális vörösréz fóliát. Amikor a 12 hordozó fóliát és a 14 elválasztó réteget lehántjuk, akkor a sötét színű, elektromosan vezetőképes anyagból készített vékony réteg hozzátapad a 16 funkcionális vörösréz fólia homlokoldalához, és ezáltal a homlokoldalon sötét színű réteg marad vissza. Megjegyezzük, hogy ennek a sötét színű, elektromosan vezetőképes anyagból készített vékony rétegnek hozzá kell tapadnia a 14 elválasztó réteghez, lehetővé kell tennie a 16 funkcionális vörösréz fóliának elektrolízissel történő felhordását, és erősebb tapadást kell mutatnia a 16 funkcionális vörösréz fóliához képest, mint a 14 elválasztó réteghez képest, és olyan színűnek kell lennie, ami elősegíti a CO_2 lézer által kibocsátott infravörös sugár-



zás elnyelését.

Emellett az is elképzelhető, hogy egy ilyen sötét színű, elektromosan vezetőképes anyagból készített vékony réteg egyúttal betöltheti magának az elválasztó rétegnek a szerepét is, és egyúttal megvalósítja a CO₂ lézer sugárzásának elnyelését elősegítő felületi előkészítést is. Ezáltal a 10 kompozit fólia 12 hordozó fóliát, sötét színű, elektromosan vezetőképes anyagból készített elválasztó réteget, 16 funkcionális vörösréz fóliát és 18 gyantabevonatot tartalmaz. Nyilvánvaló, hogy ebben az esetben a 14 elválasztó rétegnek a 12 hordozó fólia lehántásakor a 16 funkcionális vörösréz fólia homlokoldalához tapadva vissza kell maradnia.

Ilyen sötét színű, elektromosan vezetőképes anyagból készített réteg készítésére elsősorban szén jöhet szóba. Szénből lényegében folyamatos réteg alakítható ki, szén kicsapataása útján. A szén kicsapataása történhet oly módon, hogy a 12 hordozó fóliára folyékony szén diszperziót hordunk fel, mikoris a 12 hordozó fólia esetlegesen króm alapú 14 elválasztó réteggel is be van vonva, amely a 16 funkcionális vörösréz fólia felé néz. Általában véve a széntartalmú diszperzió három fő összetevőt, nevezetesen szenet, a szén diszpergálni képes egy vagy több felületaktív anyagot és egy folyékony diszpergáló közeget, például vizet tartalmaz. Sokféle szén használható fel erre a célra, beleértve az általánosan hozzáférhető korom, kemencekorom és elegendően kis szemcseméretű grafit. A szénrészecskék átlagos szemcseátmérőjének a lehető legkisebbnek kell lennie egyenletes bevonat elérése érdekében. A szénrészecskék kicsapataás előtt vagy után kezelhetők az elektrolízis javítása érdekében. Ezért a szénrészecskék meghatározott színezékekkel kezelhetők, különösen vezetőképes fémekkel, vagy vegyileg oxidálhatók.

Példa

Lézeres fúráshoz előkészített, homlokoldallal kiképzett, funkcionális vörösréz fóliát tartalmazó találmány szerinti kompozit vörösréz fólia előállítása céljából vörösrézből készített 35 µm vastagságú fóliát készítettünk. A vörösréz fólia egyik oldalára elektrolízis útján hagyományos módon (amint azt az US 3,998,601 ismerteti) króm elválasztó réteget hordtunk fel. Ezután a korábbi ismertetésnek megfelelően vé-



kony (15-25 μm vastag) kormot és/vagy grafitot tartalmazó vezetőképes réteget, vagyis sötét színű, elektromosan vezetőképes anyagból készített réteget képeztünk ki a hordozó fólia krómmal bevont oldalán. Az erre a célra alkalmazott szénpaszta Carbon-Leitlack SD 2841 HAL-IR típusú volt (gyártó: Lackwerke Peters, D-47906 Kempen). A szénréteget infravörös sugárzás alkalmazásával szárítottuk, majd a hordozó fólia szénrel bevont oldalára elektrolizálás segítségével 5 μm vastag funkcionális vörösréz fóliát hordtunk fel. A funkcionális vörösréz fólia elektrolizálására olyan galvánfürdőt alkalmaztunk, amely literenként 60-65 g rézszulfátot (Cu^{2+} formájában) és 60-65 g kénsavat tartalmazott. Az alkalmazott áramsűrűség értéke 11 A/dm^2 és a galvánfürdő hőmérséklete 60°C volt. Ezután göcképző kezelést hajtottunk végre a funkcionális vörösréz fólia külső oldalán. Ezt a fóliát epoxigyantával impregnált FR4 típusú hagyományos vázanyagra (Duraver-E-104 Isola Werke AG, D-52348 Duren) lamináltuk 175°C -on és 80 perc ideig 20-25 bar nyomáson tartva. Szobahőmérsékletre történő lehűtés után a hordozó fóliát kézzel lehántottuk. Ennek eredményeként fekete bevonat maradt vissza az 5 μm vastag funkcionális vörösréz fólián, amelyet a CO_2 lézerrel történő fúrás előtt semmilyen további felületi kezelésnek nem kell alávetni.

A sötét színű, elektromosan vezetőképes anyagból készített réteg készítésére szóba jöhet továbbá egy sötét színű, elektromosan vezetőképes polimer anyag is. Valójában néhány monomer, például a pirrol, a furán, a tiofen és ezek néhány származéka és névlegesen funkcionalizált monomerje olyan polimerré oxidálható, amely elektromosan vezetőképes. Az elválasztó réteg felületére előnyösen nedves eljárással, vagyis folyékony vagy aerosol formájában hordjuk fel az ilyen monomert. A monomert ezután polimerizáljuk, majd a funkcionális vörösréz fóliát ezután hordjuk fel a polimer rétegre. Belátható, hogy az esetlegesen elválasztó réteggel borított hordozó fóliának azon oldalára felhordva, amely a funkcionális vörösréz fólia felé néz, a monomer egy üledékképző oldat részét képezheti, amely oldat legalább egy oldószert is tartalmaz. Ez az üledékképző oldat adalékanyagot is tartalmazhat, ami növeli a polimerizált monomer sötétségét.

Ha a kompozit fólia króm alapú elválasztó réteget és sötét színű elektromosan vezetőképes anyagból készített réteget tartalmaz, akkor a kompozit fólia gyártása közben az elválasztó réteg olyan kezelésnek vethető alá, amellyel elkerülhető a szénrétegnek vagy a sötét színű, elektromosan vezetőképes polimer rétegnek a túlzottan erős hozzátapadása. Ezen rétegeknek a funkcionális vörösréz fólia homlokoldalához történő hozzátapadása elérhető, ami kívánatos akkor, mikor az A3 lépésben a hordozó fóliát és az elválasztó réteget lehántjuk.

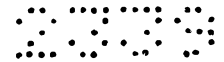
Meg kívánjuk jegyezni továbbá, hogy a találmány szerinti eljárást egy oldalas hordozólap használatával együtt ismertettük, azonban alkalmazható kétoldalas hordozólaphoz is, mikoris az egyes lépéseket egymás után mindkét oldalon végre kell hajtani. A 10 kompozit fólia 70 μm vastagságú helyett 35 μm vastagságú 12 hordozó fóliát is tartalmazhat.

Megjegyezzük továbbá, hogy a nyomtatott áramköri lap általában több külső réteget is tartalmaz. Így az A8 lépésben kapott nyomtatott áramköri lap hordozólapként használható a fent ismertetett gyártási eljárás során, és ezáltal további külső rétegek hordhatók fel rá. Megjegyezzük továbbá, hogy az A5 lépésből az A7 lépésbe történő jutáshoz nem feltétlenül szükséges az A6 lépés végrehajtása és ezért ezen utóbbi lépést csak kívánt esetben vagy szükség esetén kell végrehajtani. Az átmenő lyukak mechanikus úton történő kifúrását valójában csak szükség esetén kell végrehajtani, és ezt általában a nyomtatott áramköri lap külső és utolsó rétegének elkészítése után szokták elvégezni. Más szóval az A8 lépésben előállított nyomtatott áramköri lap az eljárás első végrehajtása után esetlegesen nem is rendelkezik mechanikusan fúrt átmenő lyukakkal. Nyilvánvaló tehát az is, hogy az eljárás első alkalommal történő végrehajtásához használt és az A1 lépésben szemléltetett 20 hordozólap lehet akár egyoldalasan, akár kétoldalasan kiképzett és több réteggel ellátott nyomtatott áramköri lap.

Utoljára megjegyezzük, hogy a jelen leírás kapcsán a 16 funkcionális vörösréz fóliát elektrolizálással alakítottuk ki vagy az elválasztó rétegen, vagy a sötét színű, elektromosan vezetőképes anyagból készített rétegen. A funkcionális vörösréz réteg azonban függetlenül is előállítható - például



elektrolízis segítségével -, majd ezután ráhelyezhető az elválasztó rétegre, vagy a sötét színű, elektromosan vezetőképes anyagból készített rétegre. Egy további, habár körülményes lehetőség, hogy a funkcionális fólia kialakítását az elválasztó rétegen vagy sötét színű, elektromosan vezetőképes anyagból készített rétegen CVD vagy PVD eljárással kezdjük, majd az így kapott vörösréz réteget elektrolízis útján a kívánt vastagságra növelve megerősítjük.



SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Eljárás többretegű nyomtatott áramköri lap előállításiára, amely a következő lépéseket tartalmazza:

- a) hordozólapot (20) készítünk;
- b) 10 μm -nél vékonyabb és hordozó fóliára (12) szerelt funkcionális vörösréz fóliát (16) tartalmazó kompozit fóliát (10) készítünk, amelyen a funkcionális vörösréz fóliának (16) a hordozó fólia (12) felé eső homlokoldala és erősítés nélküli, hőre keményedő gyantával borított hátoldala van;
- c) a kompozit fóliát (10) a gyantával bevont hátoldalával a hordozólapra (20) fektetve ráamináljuk,
- d) a funkcionális vörösréz fóliáról (16) a hordozó fóliát (12) eltávolítva a funkcionális vörösréz fólia (16) homlokoldalát szabaddá tesszük;
- e) a funkcionális vörösréz fólián (16) és a gyantán átmenő lyukakat képezve kialakítjuk a mikrofuratokat.

2. Az 1. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy funkcionális vörösréz fólia (16) vastagságát kisebb nagyjából 5 μm vastagságúra készítjük.

3. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy funkcionális vörösréz fólia (16) homlokoldalán a CO_2 lézer sugárzásának elnyelését elősegítő felületelőkészítést végzünk.

4. A 3. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a felület előkészítése során a homlokoldalon a CO_2 lézer sugárzásának elnyelését elősegítő meghatározott felületi profilt és durvaságot és/vagy szint alakítunk ki.

5. A 3. vagy 4. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a felület előkészítése során a CO_2 lézer sugárzásának elnyelését elősegítő szint alakítunk ki.

6. A 3. vagy 4. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a felület előkészítését a kompozit fólia gyártása során végezzük el.

7. Az 1-6. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a funkcionális vörösréz fólia (16) homlokoldalát a lézerrel történő fúrás előtt bevonható fekete oxid átalakító bevonattal látjuk el.

8. Az 1-7. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, **az-**

zal jellemezve, hogy a kompozit fóliában a hordozó fólia (12) és a funkcionális vörösréz fólia (16) között elválasztó anyagból készített réteget alakítunk ki, és a hordozó d) lépés szerinti eltávolítása során a hordozó fóliát (12) és az elválasztó réteget egyidejűleg mechanikusan lefejtjük.

9. Az 1-7. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a kompozit fóliában a hordozó fólia (12) és a funkcionális vörösréz fólia (16) között elválasztó anyagból készített réteget alakítunk ki, amelynek felületén a CO₂ lézer sugárzásának elnyelését elősegítő színt alakítunk ki, és a hordozó d) lépés szerinti eltávolítása során az elválasztó réteget a funkcionális vörösréz fólián (16) hagyva a hordozó fóliát (12) lefejtjük.

10. Az 1-9. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a gyanta B-állapotú gyantaréteg.

11. Az 1-10. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy gyantaréteg C-állapotú gyantaréteget tartalmaz, amelyet a funkcionális vörösréz fólia (16) hátoldalára hordunk fel, továbbá a C-állapotú gyantarétegre egy B-állapotú gyantaréteget hordunk fel.

12. Az 1-11. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy az e) lépés után a funkcionális vörösréz fóliára (16) elektrolízis nélküli eljárással vörösrezt csapatunk rá.

13. A 12. igénypont szerinti eljárás, **azzal jellemezve**, hogy a funkcionális vörösréz fóliára (16) elektrolízissel vörösrezt felhordva galvanizálással megnöveljük annak vastagságát.

14. Kompozit fóliát többretegű nyomtatott áramköri lap gyártására szolgáló eljáráshoz történő hasznosításra, amely

- önhordó hordozó fóliát (12)
- a hordozó fólia (12) egyik oldalán elválasztó réteget,
- 10 µm-nél kisebb vastagságú funkcionális vörösréz fóliát (16) tartalmaz, amely funkcionális vörösréz fóliát (16) az elválasztó rétegre van felhordva, és az elválasztó réteg felé néző homlokoldala és hátoldala van,

azzal jellemezve, hogy

- a kompozit fólia a funkcionális vörösréz fólia (16) hátoldalát borító, erősítés nélküli hőre keményedő gyantát



tartalmaz.

15. A 14. igénypont szerinti kompozit fólia, **azzal jellemezve**, hogy a funkcionális vörösréz fólia (16) homlokoldala előnyösen a CO₂ lézer sugarának elnyelését elősegítő felületi kikészítéssel van kiképezve.

16. A 15. igénypont szerinti kompozit fólia, **azzal jellemezve**, hogy a homlokoldal a CO₂ lézer sugarának elnyelését elősegítő jellegzetes felületi alakkal és érdességgel van kialakítva.

17. A 15. vagy 16. igénypont szerinti kompozit fólia, **azzal jellemezve**, hogy a homlokoldal a CO₂ lézer sugarának elnyelését elősegítő színűre van kiképezve.

18. A 14-16. igénypontok bármelyike szerinti kompozit fólia, **azzal jellemezve**, hogy az elválasztó rétegre (14) elektrolízissel felvitt funkcionális vörösréz fólia (16) vastagsága nagyjából 5 µm.

19. A 17. igénypont szerinti kompozit fólia, **azzal jellemezve**, hogy a felület színét meghatározó sötét színű, elektromosan vezető vékony réteget tartalmaz, amely az elválasztó réteg (14) és a funkcionális vörösréz fólia (16) között helyezkedik el.

20. A 14-19. igénypontok bármelyike szerinti kompozit fólia, **azzal jellemezve**, hogy a hordozó fólia (12) vastagsága 18 és 150 µm közötti tartományban van, és az elválasztó réteg (14) vastagsága kisebb, mint 1 µm, és a gyantabevonat (18) vastagsága 5 és 150 µm közötti tartományban van.

21. A 14-20. igénypontok bármelyike szerinti kompozit fólia, **azzal jellemezve**, hogy az elválasztó réteg (14) króm alapú réteg.

22. A 17. igénypont szerinti kompozit fólia, **azzal jellemezve**, hogy az elválasztó réteg (14) a hordozó fólia (12) eltávolításakor a funkcionális vörösréz fólia (16) homlokoldalához tapadva visszamarad és az elválasztó réteg (14) a CO₂ lézer sugarának elnyelését elősegítő színűre van kiképezve.

23. A 22. igénypont szerinti kompozit fólia, **azzal jellemezve**, hogy az elválasztó réteg (14) sötét színű, elektromosan vezető anyagból készített vékony réteg.

24. A 19. vagy 23. igénypont szerinti kompozit fólia, **azzal jellemezve**, hogy a sötét színű elektromosan vezető

anyagból készített vékony réteg kormot és/vagy grafitot tartalmazó réteg.

25. A 19. vagy 23. igénypont szerinti kompozit fólia, **azzal jellemezve**, hogy a sötét színű elektromosan vezető anyagból készített vékony réteg sötét színű, elektromosan vezető polimer réteg.

26. A 14-25. igénypontok bármelyike szerinti kompozit fólia, **azzal jellemezve**, hogy a funkcionális vörösréz fólia (16) hátoldalán erősítő réteg van.

27. A 14-26. igénypontok bármelyike szerinti kompozit fólia, **azzal jellemezve**, hogy a funkcionális vörösréz fólia (16) hátoldalán passziváló réteg van, amely előnyösen a kötőréteg és a gyantabevonat (18) között helyezkedik el.

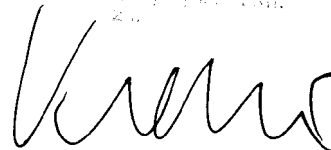
A meghatalmazott:



07.04.24.

2 lap rajz, 1 ábra

2023.04.07.



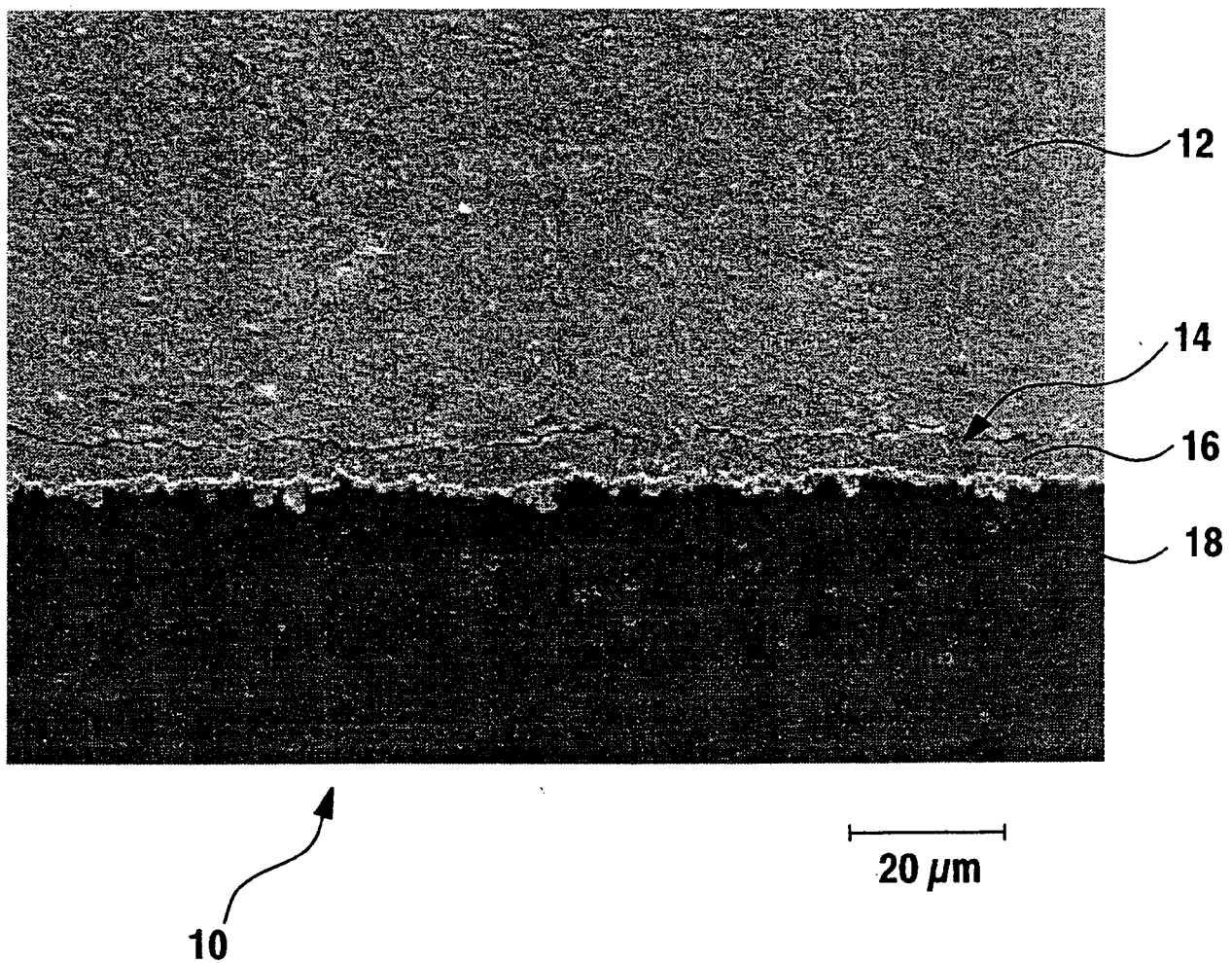


Fig.1

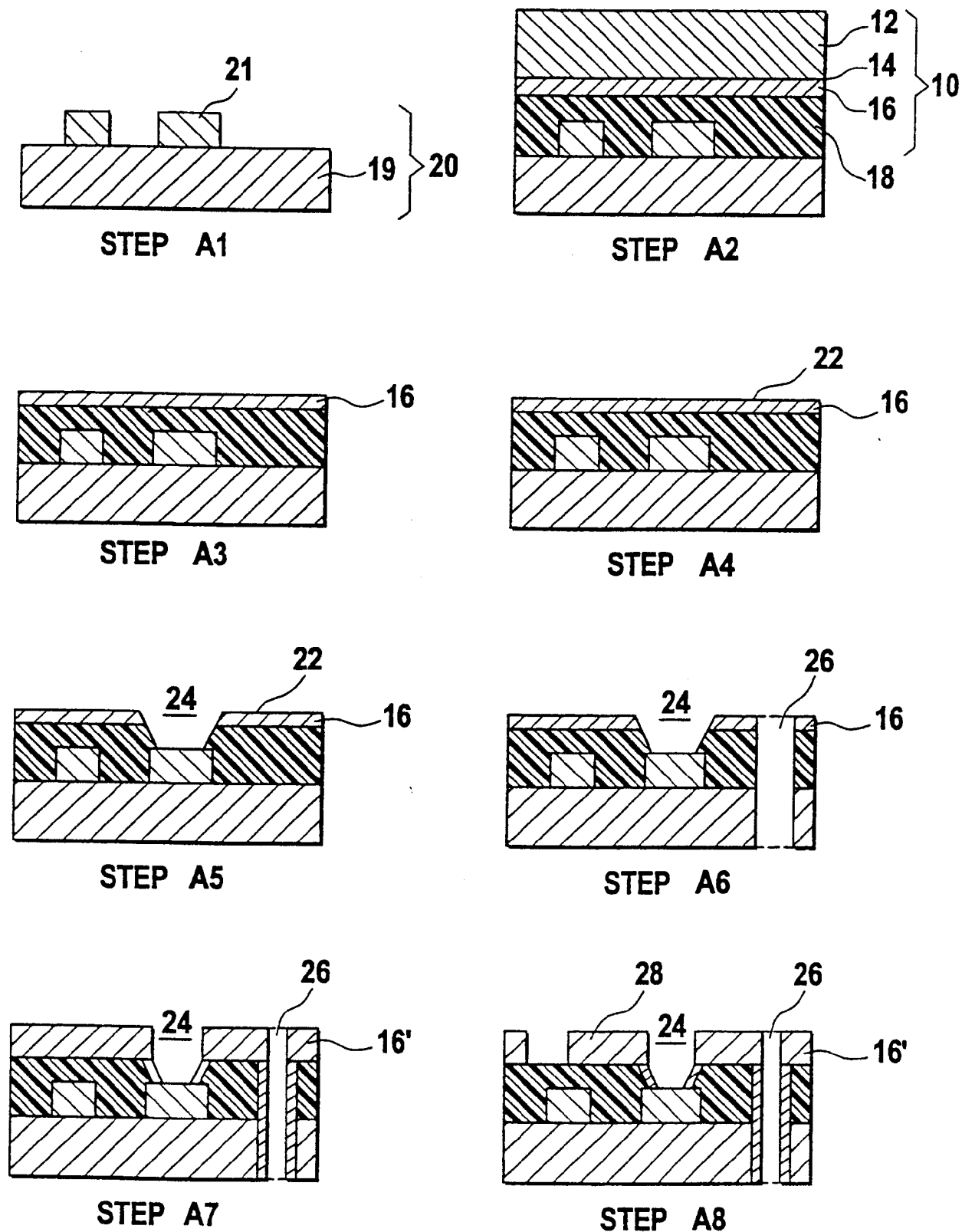


Fig. 2